



Our Reference: BHR-100-A

DFW  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Thomas Hezel et al.  
Serial No. 10/768,373  
Filing Date: January 30, 2004  
Examiner/Art Unit Unknown/3752  
Title: PAINTING ROBOT WITH IMPROVED WRIST CONDUIT

SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

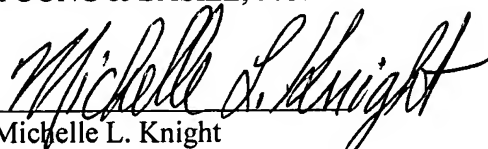
Mail Stop - Amendment  
Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The attorney for Applicants respectfully submit for filing with the subject patent application a certified copy of the priority document, German patent application number 103 04 652.6.

Respectfully submitted,

YOUNG & BASILE, P.C.

  
Michelle L. Knight  
Attorney for Applicants  
Registration No. 47,711  
(248) 649-3333

301 West Big Beaver Road  
Suite 624  
Troy, Michigan 48084  
Dated: October 2, 2006  
MLK/jel

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 04 652.6

**Anmeldetag:** 05. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Dürr Systems GmbH, 70435 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Roboter

**IPC:** B 25 J 19/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. März 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



A 9161

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

W. 10.10.10

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen Roboter, insbesondere einen Lackierroboter, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus US 4 708 580 sind Industrieroboter mit einer Handachse bekannt, die drei Freiheitsgrade aufweist, wobei die Handachse eine Innendurchführung für Signal- und Versorgungsleitungen aufweist. Bei einer Bewegung der Handachse in den einzelnen Freiheitsgraden werden die Leitungen in der Innendurchführung der Handachse in axialer Richtung gedehnt bzw. gestaucht und darüber hinaus einer Torsionsbelastung unterworfen. Dies wird bei den bekannten Industrierobotern mit einer derartigen Handachse dadurch berücksichtigt, dass die Leitungen in der Innendurchführung locker verlegt werden und deshalb ein ausreichendes axiales Spiel aufweisen.

Nachteilig an diesen bekannten Handachsen ist die Tatsache, dass die Leitungen im Betrieb beschädigt werden können, weil sie in der Innendurchführung der Handachse starken Reibungen an den Innenwandungen und den Übergangsradien ausgesetzt sind. Derartige Leitungsbeschädigungen führen bei Industrierobotern in der Produktion zu kostenträchtigen Produktionsausfällen. Darüber hinaus muss bei einer Leitungsbeschädigung immer ein vollständiges Leitungspaket ausgewechselt werden, was zu erheblichen Reparaturkosten führt.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Handachsen besteht darin, dass die Leitungen in der Innendurchführung der Handachse ohne eine geeignete Abdichtung geführt werden, um überhaupt eine Bewegung der Handachse zu ermöglichen. Aufgrund der unzureichenden Abdichtung der Leitungen kann es deshalb zu einem Flüssigkeits-

austausch zwischen der Handachse und dem Roboterarm kommen, was eine kostenintensive Reinigung erfordert.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Roboter mit einer Leitungsdurchführung zu schaffen, bei dem eine Beschädigung der Leitungen während des Betriebs verhindert wird und ein Flüssigkeitsaustausch zwischen der Handachse und dem Roboterarm unterbleibt, wobei die Leitungen ein ausreichendes axiales Spiel aufweisen müssen, um einer Bewegung der Handachse entsprechend folgen zu können.

Die Aufgabe wird, ausgehend von der eingangs beschriebenen bekannten Handachse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung umfaßt die allgemeine technische Lehre, die Leitungen in der Leitungsdurchführung der Handachse mindestens teilweise spiralförmig oder mäanderförmig anzuordnen, um ein entsprechendes axiales Spiel der Leitung bei einer Bewegung der Handachse zu ermöglichen.

Darüber hinaus umfasst die Erfindung die allgemeine technische Lehre, die in der Leitungsdurchführung befindliche Leitung durch einen axial nachgiebigen Balg zu führen, der zum einen ein axiales Spiel der Leitung ermöglicht und zum anderen eine Führung für die Leitung bildet.

Vorzugsweise dichtet der Balg die Leitungsführung darüber hinaus auch ab, um beispielsweise bei einem Lackierroboter einen Flüssigkeitsaustausch zwischen der Handachse und dem Roboterarm zu verhindern. Hierbei geht die Leitungsdurchführung vorzugsweise durch den Roboterarm und die Handachse hindurch, wobei die Leitungsdurchführung an dem Übergang zwischen dem Roboterarm und der Handachse durch den Balg abgedichtet ist. Der Balg hat hierbei also zwei technische Funktionen, nämlich zum einen die axial

nachgiebige Führung der Leitung in der Leitungsdurchführung und zum anderen die Abdichtung der Leitungsdurchführung.

Die Erfindung ist jedoch in dieser Variante nicht darauf beschränkt, dass der Balg die Leitungsdurchführung an dem Übergang zwischen dem Roboterarm und der Handachse abdichtet. Es ist im Rahmen der Erfindung vielmehr auch möglich, dass der Balg die Leitungsdurchführung an anderen Übergängen zwischen zwei benachbarten Gliedern des Roboters abdichtet.

Der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff eines Balgs ist allgemein zu verstehen und nicht auf die vorzugsweise eingesetzten Faltenbälge beschränkt. Der Begriff eines Balgs umfasst beispielsweise auch solche nachgiebigen Elemente, welche die Leitung axial nachgiebig führen.

Als Material für den Balg eignen sich vorzugsweise Naturkautschuk, Styrol-Butadien-Kautschuk, Acryl-Nitril-Kautschuk, Chlorbutadien-Kautschuk, Fluor-Kautschuk oder Polychlortetrafluorethylen. Diese Werkstoffe haben sich hinsichtlich Haltbarkeit, Nachgiebigkeit und Dichteverhalten als vorteilhaft erwiesen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die vorstehend aufgeführten Materialien zur Herstellung des Balgs beschränkt. Vielmehr kann der Balg auch aus anderen nachgiebigen Materialien bestehen, wobei vielfältige Kunststoffe zum Einsatz kommen können.

Darüber hinaus kann der Balg auch aus Metall bestehen, wobei die axiale Nachgiebigkeit des Balgs durch Falten in dem Balg erreicht wird, weshalb der Balg in dieser Variante der Erfindung auch als Metallfaltenbalg bezeichnet wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nimmt die Leitungsdurchführung mehrere Leitungen auf, wobei die Leitungen durch jeweils einen Balg geführt werden.

Es ist jedoch alternativ auch möglich, dass mehrere Leitungen gemeinsam durch einen einzigen Balg geführt werden. In diesem Fall sind die Leitungen vorzugsweise durch eine Führungsplatte hindurch geführt, welche die Leitungen relativ zueinander in einer vorgegebenen Position fixiert. Die Führungsplatte mit den einzelnen Leitungen wird dann als Ganzes von dem Balg axial nachgiebig geführt. Der Balg umschließt deshalb vorzugsweise die Führungsplatte und wird vorzugsweise durch eine Ringfeder gegen den Umfangsrand der Führungsplatte gedrückt.

Der Balg ist vorzugsweise an einer Montageplatte befestigt, die vorzugsweise eine Bohrung zur Durchführung der Leitung aufweist.

Zur Befestigung des Balgs an der Montageplatte kann der Balg einen Befestigungsflansch aufweisen, wobei die Verbindung zwischen dem Befestigungsflansch des Balgs und der Montageplatte beispielsweise durch eine Verschraubung erfolgen kann. Diese Art der Befestigung eignet sich insbesondere bei einer Führung mehrerer Leitungen durch einen Balg.

Die Befestigung des Balgs kann jedoch auch mit Hilfe eines Einschraubnippels erfolgen, der in eine Bohrung der Montageplatte eingeschraubt wird und auf den der Balg aufgedrückt wird. Diese Art der Befestigung eignet sich insbesondere dann, wenn jede Leitung durch einen separaten Balg geführt wird.

Die axiale Nachgiebigkeit des Balgs liegt vorzugsweise im Bereich von 5 mm bis 30 mm, wobei beliebige Zwischenwerte möglich sind. Grundsätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass der Balg eine kleinere oder größere axiale Nachgiebigkeit aufweist.

Bei der eingangs erwähnten Variante der Erfindung mit einer spiralförmigen Führung der Leitung in der Leitungsdurchführung wird die Leitung vorzugsweise um ein Führungselement gewickelt, das

vorzugsweise mittig angeordnet ist. Bei diesem Führungselement kann es sich beispielsweise um eine Leitung handeln, die problemlos axial dehnbar ist. In der Leitungsdurchführung befindet sich dann ein Leitungspaket mit axial dehnbaren Leitungen in der Mitte, die von weiteren Leitungen spiralförmig umwickelt sind.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff einer Leitung ebenfalls allgemein zu verstehen ist und beispielsweise Schläuche, Rohre, Lichtleiter sowie elektrische Leitungen umfasst.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines Roboterarms mit einer Handachse mit drei Freiheitsgraden,

Figur 2a eine Perspektivansicht eines Anschlussstücks des Roboterarms am Übergang der Handachse,

Figur 2b eine teilaufgeschnittene Detailansicht von Figur 2a,

Figur 3a eine Perspektivansicht eines alternativen Anschlussstücks des Roboterarms am Übergang zu der Handachse,

Figur 3b eine teilaufgeschnittene Detailansicht aus Figur 3a sowie

Figur 4 eine teilweise aufgeschnittene Ansicht der in Figur 1 dargestellten Handachse bei einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Die perspektivische Ansicht in Figur 1 zeigt einen Roboterarm 1 eines ansonsten in herkömmlicher Weise aufgebauten Lackierroboters zur Lackierung von Kraftfahrzeugteilen.

An seinem distalen Ende weist der Roboterarm 1 ein Anschlussstück 2 zum Anschluss einer Roboterhandachse 3 auf, wobei verschiedene erfindungsgemäße Ausgestaltungen des Anschlussstücks 2 in den Figuren 2a und 2b beziehungsweise 3a und 3b detailliert dargestellt sind.

Die Roboterhandachse 3 weist drei relativ zueinander verdrehbaren Glieder 4, 5, 6 auf, wobei das Glied 4 von dem Anschlussstück 2 geführt wird und relativ dazu verdrehbar ist.

Das Glied 6 weist dagegen eine Stirnfläche 7 zur Befestigung eines herkömmlichen Rotationszerstäubers auf.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Roboterhandachse 3 eine Leitungsdurchführung 8 aufweist, durch die Leitungen 9, 10, 11 von dem Roboterarm 1 durch die Roboterhandachse 3 hindurch zu dem Rotationszerstäuber geführt werden können.

Die Leitungen 9, 10, 11 sind in den Figuren 2a und 2b dargestellt, wobei es sich um Schläuche zur Versorgung des Rotationszerstäubers mit Beschichtungsmaterial, Antriebsluft und Lenkluft handelt.

Im Betrieb werden die Leitungen, 9, 10, 11 aufgrund der Drehungen der einzelnen Glieder 4, 5, 6 der Roboterhandachse 3 in axialer Richtung gedehnt bzw. gestaucht und darüber hinaus eine Torsionsbelastung unterworfen. Zur Ermöglichung eines axialen



Längenausgleichs in Abhängigkeit von der Roboterstellung sind die Leitungen 9, 10, 11 deshalb in dem Anschlussstück 2 axial nachgiebig geführt.

Hierzu ist in das Anschlussstück 2 eine Montageplatte 12 eingeschraubt, die drei Bohrungen zur Durchführung der Leitungen 9, 10, 11 aufweist. In diese Bohrungen ist jeweils ein Einschraubnippel 13 eingeschraubt, in dem die Leitungen 9, 10, 11 axial verschiebbar geführt werden.

Auf der dem Roboterarm 1 zugewandten Seite der Montageplatte 10 ist jeweils ein Faltenbalg 14, 15, 16 auf den Einschraubnippel 13 aufgepreßt. Die Faltenbälge 14, 15, 16 führen die Leitungen 9, 10, 11, also axial nachgiebig und dichten darüber hinaus die Leitungsdurchführungen ab, wodurch ein Flüssigkeitsaustausch zwischen der Roboterhandachse 3 und dem Roboterarm 1 verhindert wird. Dies ist vorteilhaft, weil ein Flüssigkeitsaustausch zwischen der Handachse 3 und dem Roboterarm 1 eine kostenintensive Reinigung erforderlich machen würde.

Das in den Figuren 3a und 3b dargestellte Ausführungsbeispiel stimmt weitgehend mit dem vorstehend beschriebenen und in den Figuren 2a und 2b dargestellten Ausführungsbeispiel überein, so dass für übereinstimmende Bauelemente dieselben Bezugszeichen verwendet werden, die zur Unterscheidung lediglich durch ein Apostroph gekennzeichnet sind. Weiterhin werden im Folgenden lediglich die Besonderheiten dieses Ausführungsbeispiels beschrieben, während ansonsten auf die vorstehende Beschreibung zu den Figuren 2a und 2b verwiesen wird, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden.

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die Leitung 9', 10', 11' gemeinsam durch eine einzige Bohrung 17 in der Montageplatte 12' hindurch geführt werden und von einem einzigen Faltenbalg 18 axial nachgiebig geführt werden.

Zur Befestigung des Faltenbalgs 18 an der Montageplatte 12' weist der Faltenbalg 18 einen ringförmigen Befestigungsflansch 19 auf, der an der Montageplatte 12' festgeschraubt ist.

Die einzelnen Leitungen 9', 10', 11' sind durch Bohrungen in einer Führungsplatte 20 hindurch geführt, wobei die Führungsplatte 20 kreisscheibenförmig ist und die Leitungen 9', 10', 11' in einer vorgegebenen Position relativ zueinander fixiert. Die Mündungsöffnung des Faltenbalgs 18 umschließt die Führungsplatte 20 an deren Umfangsrand, wobei eine Spannfeder 21 den Faltenbalg auf den Umfangsrand der Führungsplatte 20 presst.

Schließlich zeigt Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Roboterhandachse 3' mit drei relativ zueinander verdrehbaren Gliedern 4', 5', 6' und einer Leitungsdurchführung 8', wobei in der Leitungsdurchführung 8' zahlreiche Leitungen 22 spiralförmig um mittig angeordnete weitere Leitungen 23 geführt sind. Die spiralförmige Führung der Leitungen 23 ermöglicht hierbei einen axialen Längenausgleich bei einer Bewegung der einzelnen Glieder 4', 5', 6' der Roboterhandachse 3'.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

# PATENTANSPRÜCHE

1. Roboter, insbesondere Lackierroboter, mit mindestens einem beweglichen Glied (4, 5, 6, 4', 5', 6'), das eine Leitungsdurchführung (8, 8') aufweist, die mindestens eine Leitung (9, 10, 11, 9', 10', 11', 22, 23) aufnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (9, 10, 11, 9', 10', 11', 22, 23) in der Leitungsdurchführung (8, 8') mindestens teilweise spiralförmig oder mäanderförmig angeordnet und/oder durch einen axial nachgiebigen Balg (14, 15, 16, 18) geführt ist, um bei einer Änderung der Roboterstellung eine Axialbewegung der Leitung (9, 10, 11, 9', 10', 11', 22, 23) zu ermöglichen.

2. Roboter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (14, 15, 16, 18) die Leitungsdurchführung (8) abdichtet.

3. Roboter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Leitungen (9, 10, 11) vorgesehen sind, wobei die Leitungen (9, 10, 11) jeweils einzeln durch jeweils einen Balg (14, 15, 16) geführt werden.

4. Roboter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Leitungen (14', 15', 16') vorgesehen sind, wobei die Leitungen (14', 15', 16') gemeinsam durch einen Balg (18) geführt werden.

5. Roboter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (14', 15', 16') durch eine Führungsplatte (20) hindurchgeführt sind, die von dem Balg (18) axial nachgiebig geführt wird.

6. Roboter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (18) die Führungsplatte (20) umschließt und durch eine

Spannfeder (21) gegen den Umfangsrand der Führungsplatte (20) gedrückt wird.

7. Roboter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (18) einen Befestigungsflansch (19) aufweist, der an einer Montageplatte (12') befestigt ist.

8. Roboter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (14, 15, 16) auf einen Einschraubnippel (13) aufgepresst ist, wobei der Einschraubnippel (13) in eine Bohrung in der Montageplatte eingeschraubt ist.

9. Roboter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (14, 15, 16, 18) mindestens teilweise aus Natur-Kautschuk, Styrol-Butadien-Kautschuk, Acryl-Nitril-Kautschuk, Chlorbutadien-Kautschuk, Fluor-Kautschuk oder Polychlortetrafluorethylen besteht.

10. Roboter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (14, 15, 16, 18) eine axiale Nachgiebigkeit aufweist, die im Bereich von 5 mm bis 30 mm liegt.

11. Roboter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (22) spiralförmig um ein in der Leitungsdurchführung (8') angeordnetes Führungselement gewickelt ist.

12. Roboter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungselement eine axial dehnbare Leitung (23) ist.

\* \* \* \* \*

## Roboter

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Roboter, insbesondere einen Lackierroboter, mit mindestens einem beweglichen Glied (4), das eine Leitungsdurchführung aufweist, die mindestens eine Leitung (9, 10, 11) aufnimmt. Es wird vorgeschlagen, dass die Leitung (9, 10, 11) in der Leitungsdurchführung mindestens teilweise spiralförmig oder mäanderförmig angeordnet und/oder durch einen axial nachgiebigen Balg (14, 15, 16) geführt ist, um bei einer Änderung der Roboterstellung eine Axialbewegung der Leitung (9, 10, 11) zu ermöglichen.

(Figur 2a)

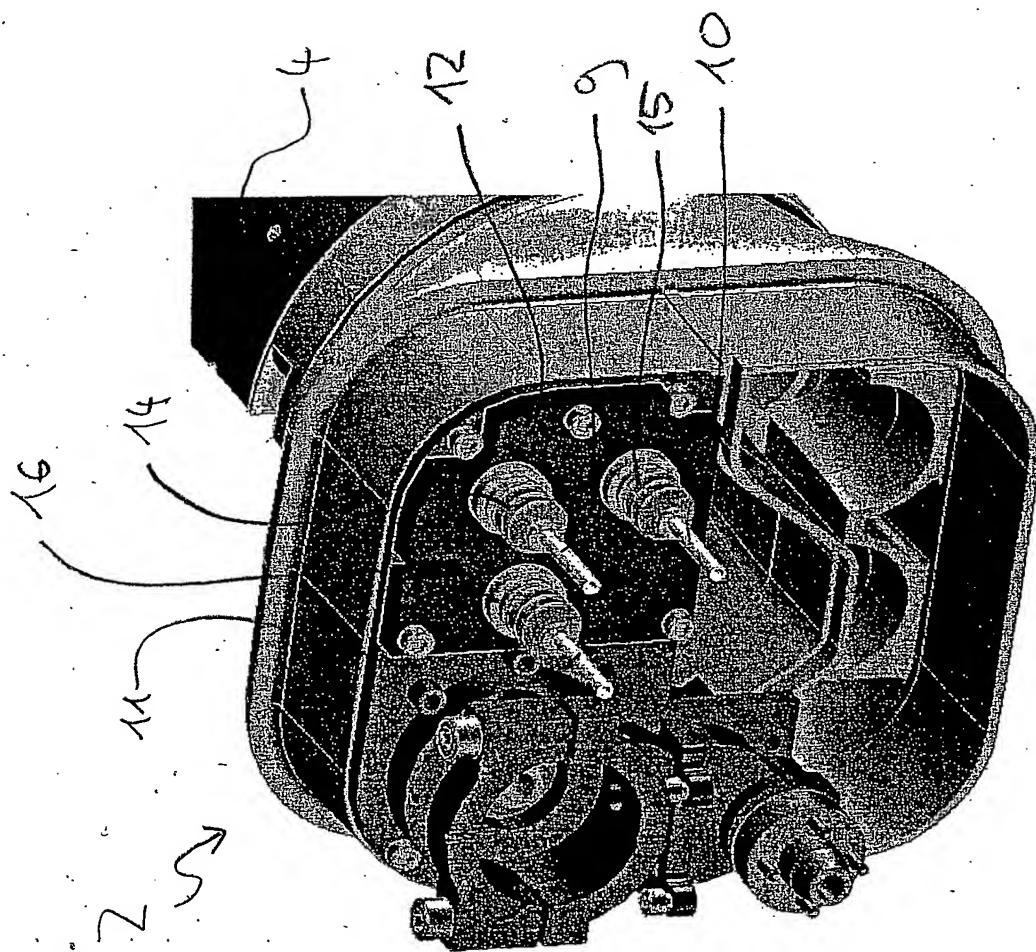


Fig. 2a

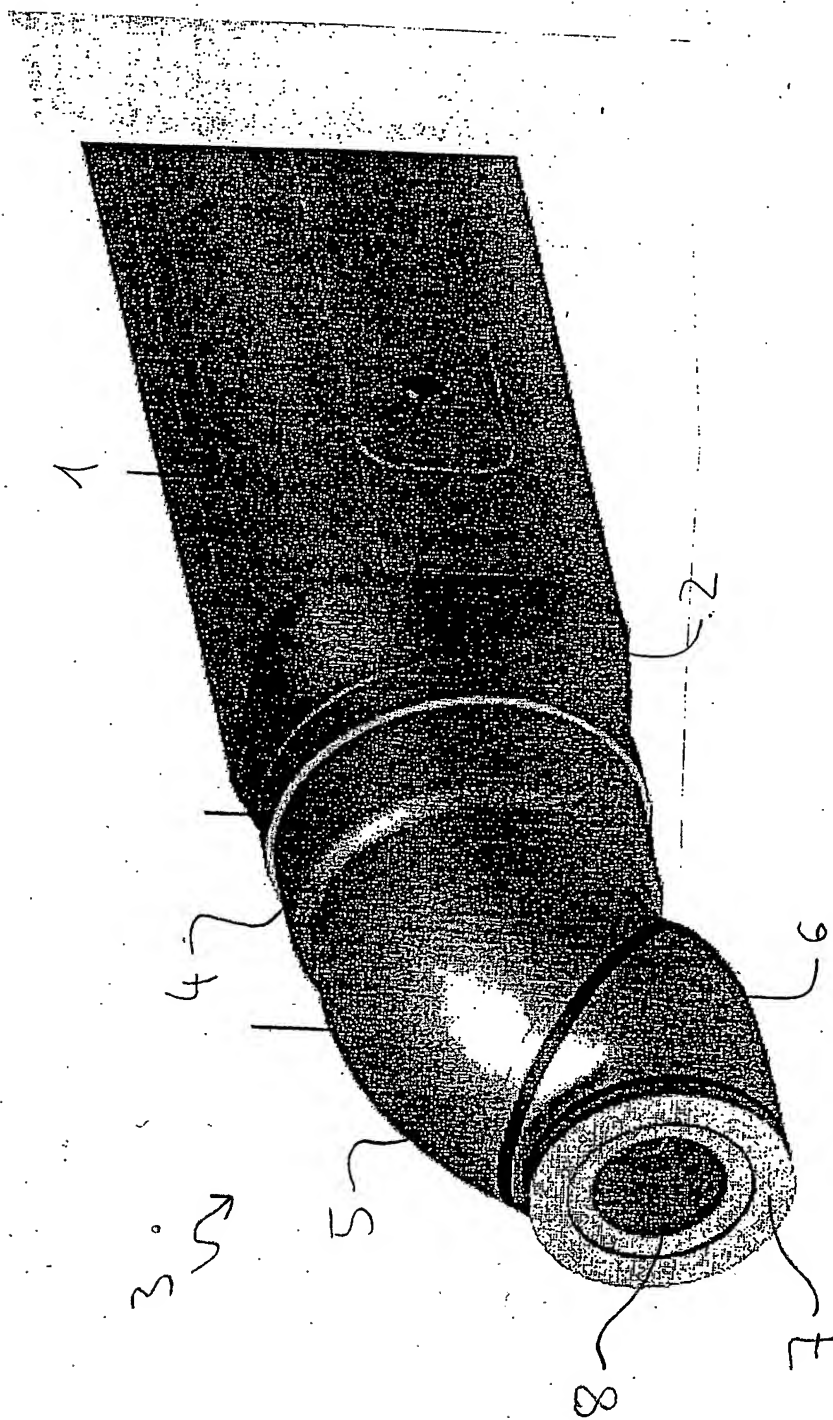


Fig. 1

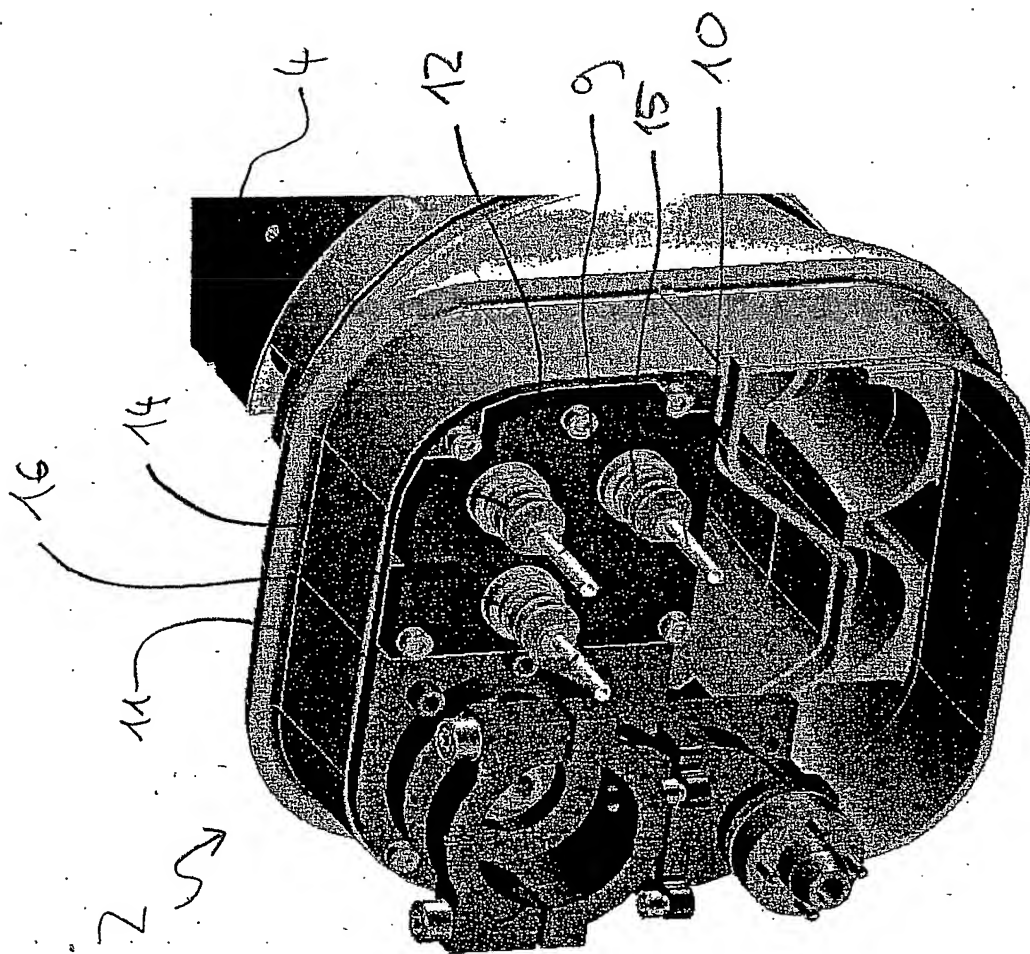


Fig. 2a



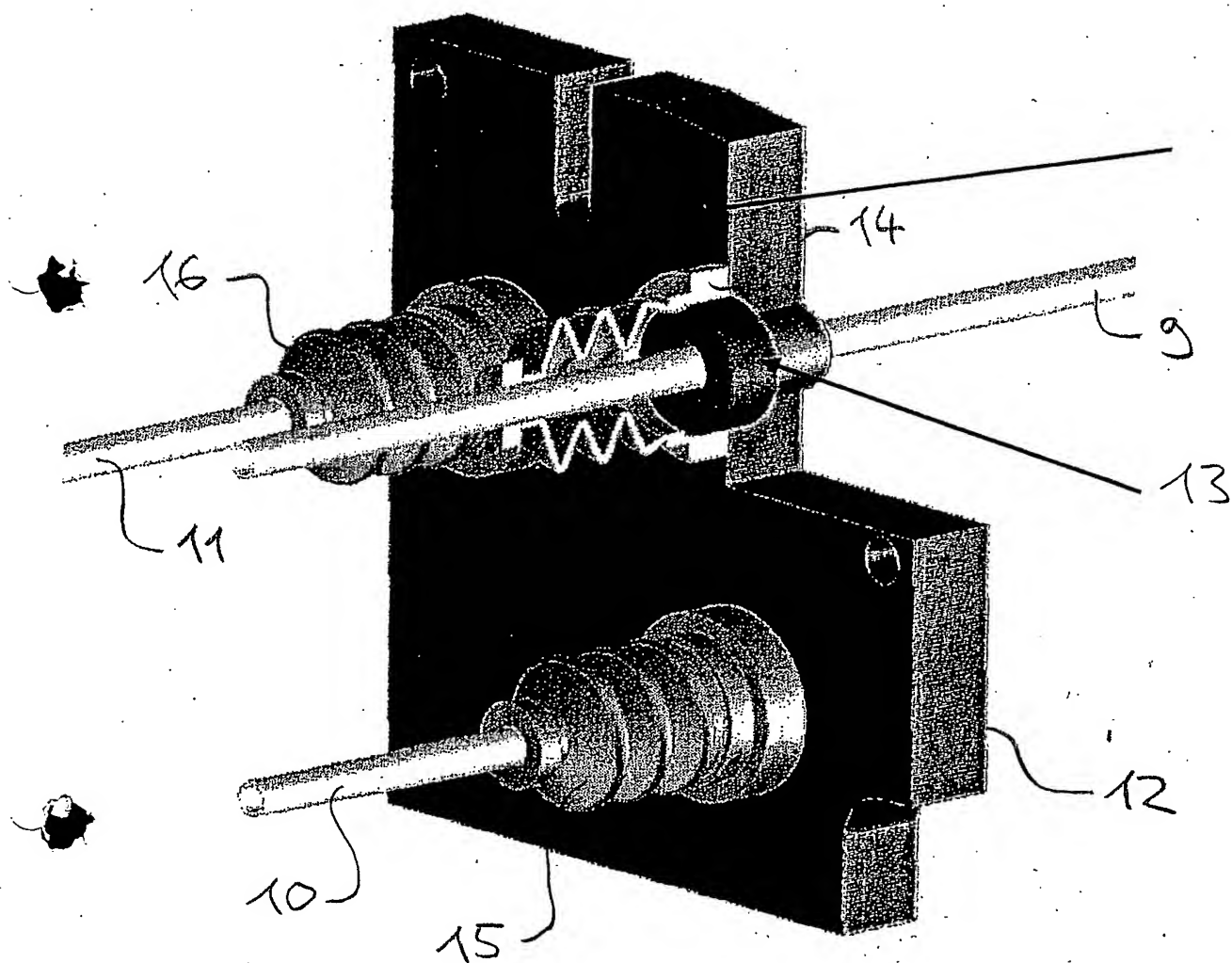


Fig. 2b

2' ↗

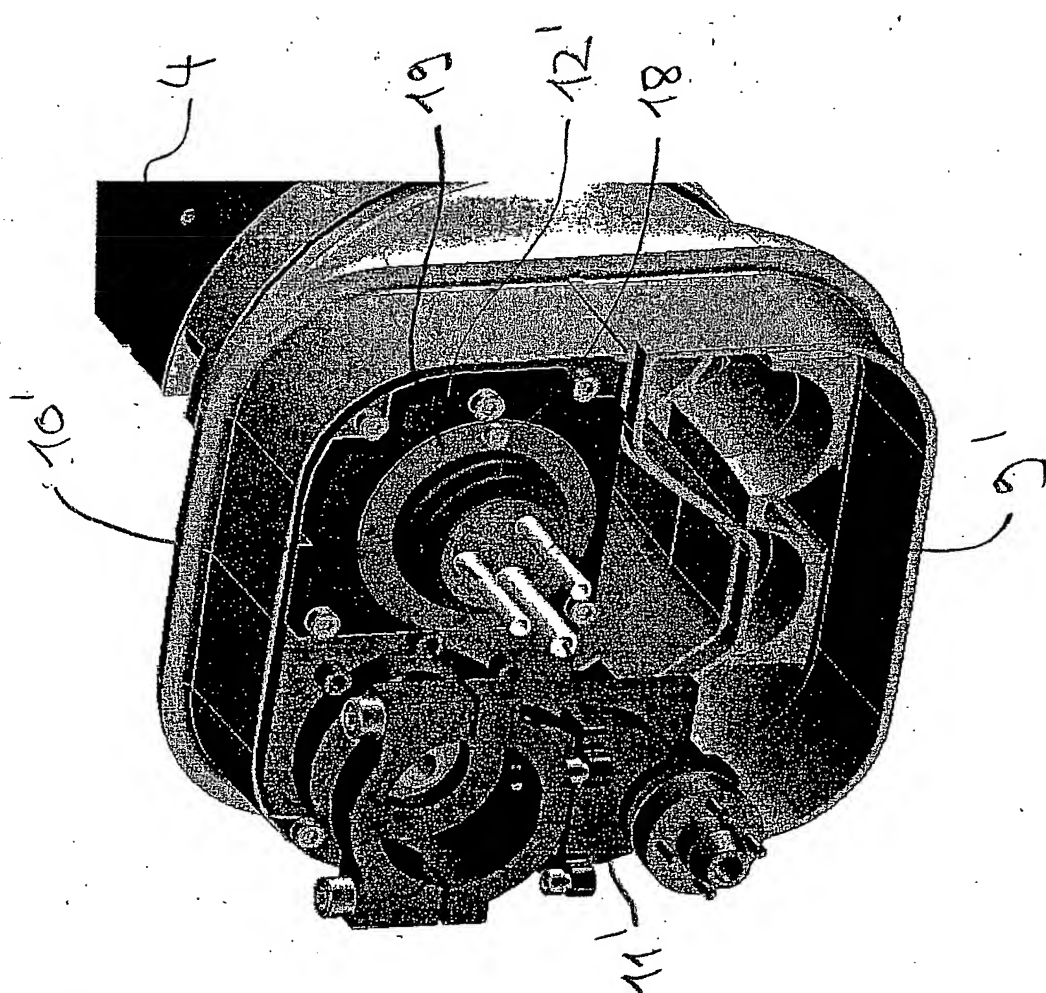


Fig. 3a

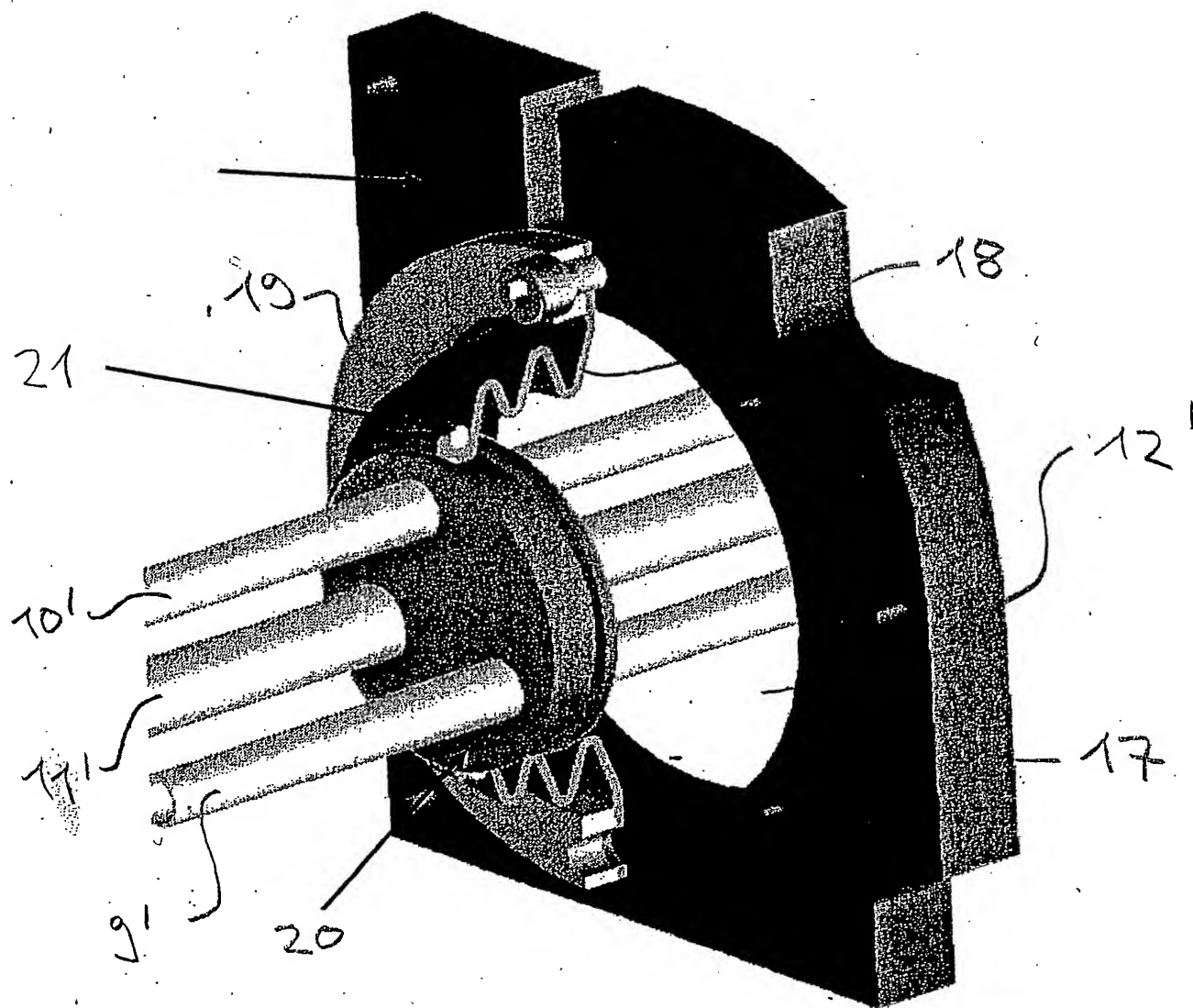


Fig. 36

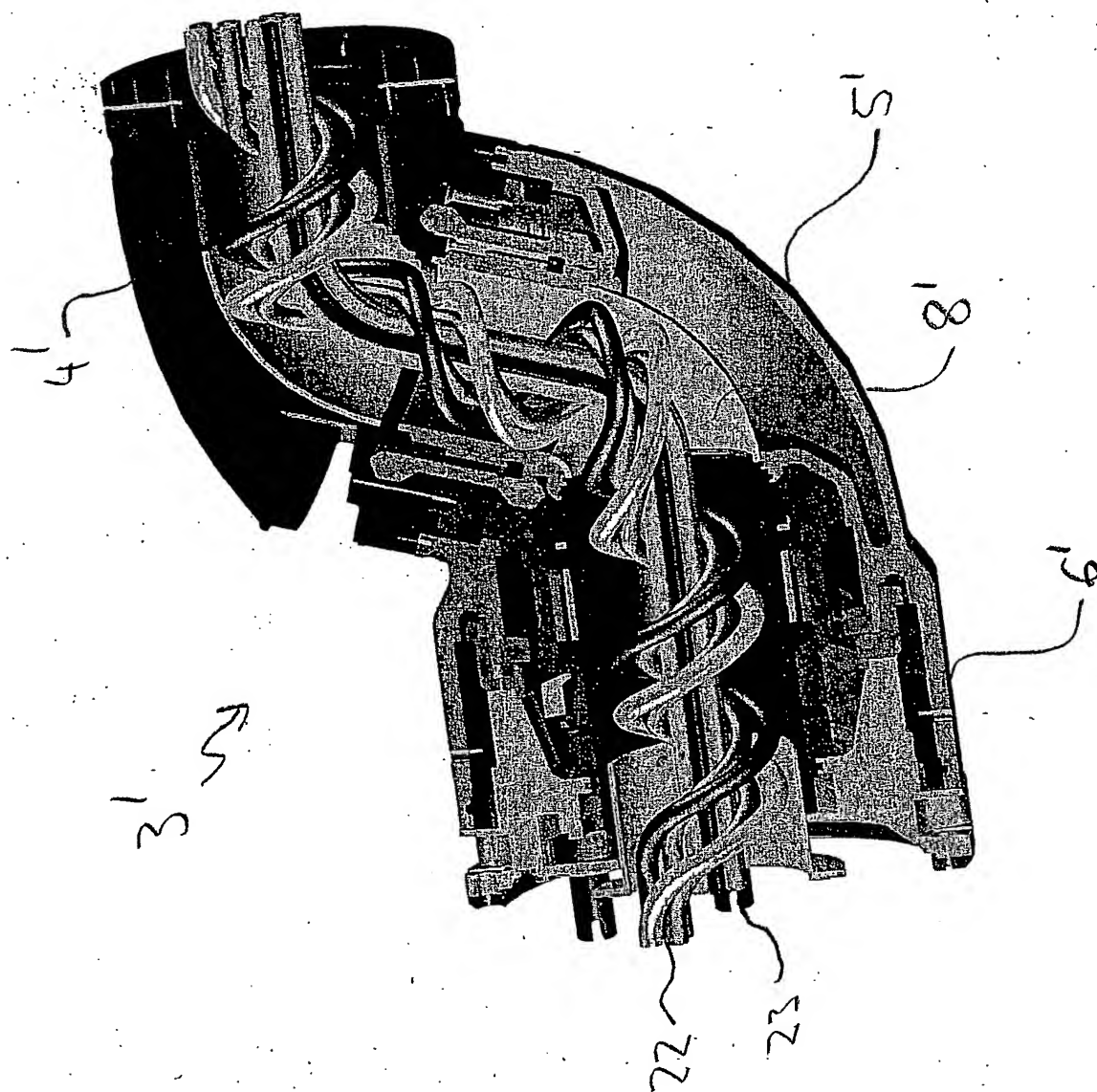


Fig. 4